

Jurnal DESIMINASI TEKNOLOGI



Diterbitkan Oleh :
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG

JURNAL
DESIMINASI TEKNOLOGI

VOL. 9

NOMOR 1

HAL.: 1 - 91

JANUARI 2021

JURNAL DESIMINASI TEKNOLOGI

FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG

VOLUME 9 NOMOR 1

p-ISSN 2303-212X

e-ISSN 2503-5398

JANUARI 2021

DAFTAR ISI

Halaman

PERANCANGAN MESIN MOLEN COR MINI DENGAN KAPASITAS 50 Kg <i>Iskandar Husin, Martin Luther King, Hermanto Ali, Ogik Krisna (Dosen Teknik Mesin UTP)</i>	1 – 7
MANAJEMEN AUDIT ENERGI LISTRIK PADA GEDUNG SERBAGUNA <i>Letifa Shintawaty, Harry Gunawan (Dosen Teknik Elektro UTP)</i>	8 – 15
ANALISIS PERSEDIAAN OLI SAE 40 DAN OLI SAE 90 (Studi Kasus PT. Surya Cipta Kahuripan) <i>Azhari (Dosen Teknik Industri UTP)</i>	16 – 27
ANALISA PENGARUH DISTORSI HARMONISA PADA AIR CONDITIONER SISTEM INVERTER <i>Yuslan Basir, Dina Fitria, Relis Stardo (Dosen Teknik Elektro UTP)</i>	28 – 35
ANALISIS REKONDISI SEAT GASKET REBOILER PADA PROSES PERMESINAN FF5000 FLANGE FACER <i>Togar P.O. Sianipar, Hermanto Ali, Sudiadi, Bangun Praojo (Dosen Teknik Mesin UTP)</i>	36 – 41
PENGUNAAN FILTER SEBAGAI PEREDAM HARMONISA PADA SISTEM KELISTRIKAN DI GEDUNG PT. BANK MANDIRI (PERSERO) Tbk REGION PALEMBANG <i>Vini Oktariani, Yuslan Basir, Dina Fitria (Dosen Teknik Elektro UTP)</i>	42 – 47
PERANCANGAN ALAT PERONTOK BIJI LADA KAPASITAS 10 KG DENGAN MENGGUNAKAN MOTOR LISTRIK <i>M. Amin Fauzie, Togar P.O. Sianipar, Rita Maria V., Puja Agung Pratama (Dosen Teknik Mesin UTP)</i>	48 – 60
PERENCANAAN DESAIN ALAT BANTU TEMPORARY CLAMP 8” PADA PIPE LINE INDUSTRI MIGAS <i>Zulkarnain Fatoni, Martin Luther King, Muhammad Lazim (Dosen Teknik Mesin UTP)</i>	61 – 67
PENGARUH DISIPLIN KERJA DAN KOMPENSASI TERHADAP KINERJA KARYAWAN PADA PT. MINISO INTERNASIONAL COMPANI PALEMBANG <i>Arifin Zaini (Dosen Teknik Mesin DIII UTP)</i>	68 – 79
KAJIAN HUBUNGAN KERJASAMA PIHAK YANG TERLIBAT DALAM PROYEK KONSTRUKSI BANGUNAN PERUMAHAN <i>Sandra Eka Febrina (Dosen Arsitektur Universitas Indo Global Mandiri)</i>	80 – 91

PRAKATA

Puji dan syukur kami panjatkan kepada Allah SWT, atas berkah dan rahmat-Nya sehingga jurnal ilmiah ***Desiminasi Teknologi*** dapat dikenal pada lingkungan Fakultas Teknik dan civitas akademika teknik di seluruh Indonesia.

Jurnal ***Desiminasi Teknologi*** disusun dari berbagai penelitian dan kajian dosen dan atau mahasiswa internal Fakultas Teknik UTP dan dosen atau mahasiswa dari fakultas Teknik di luar Universitas Tridianti Palembang yang memiliki penelitian untuk dipublikasikan. Jurnal ini terdiri dari berbagai rumpun ilmu teknik, diantaranya: Teknik Sipil, Teknik Mesin, Teknik Elektro, Teknik Industri, Arsitektur dan teknik lainnya.

Pada edisi kali ini, Jurnal Desiminasi Teknologi telah memasuki terbitan Volume 9 Nomor 1 edisi Januari 2021, dan kami beritahukan juga bahwa Jurnal Desiminasi Teknologi telah terdaftar secara elektronik dengan nomor e.ISSN 2503-5398.

Segala kritik dan saran yang bersifat membangun, sangat kami harapkan untuk perbaikan penulisan jurnal ini di masa mendatang dan kepada semua pihak yang ikut terlibat dalam proses penerbitan jurnal ini, kami ucapkan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya.

Palembang, Januari 2021

Redaksi

ANALISA PENGARUH DISTORSI HARMONISA PADA AIR CONDITIONER SISTEM INVERTER

Yuslan Basir⁸, Dina Fitria⁹, Relis Stardo¹⁰

Email Korespondensi: yuslanbasir1958@gmail.com

Abstrak: AC (*Air Conditioner*) sistem inverter merupakan suatu alat yang berfungsi untuk mengatur sistem pengkondisian udara. Dimana pada fungsinya adalah untuk mengurangi pemakaian energi listrik yang dihasilkan oleh AC non inverter (split). Akan tetapi pada penggunaannya AC termasuk jenis beban non linear. Dimana beban yang tidak linear dapat menyebabkan timbulnya gangguan (distorsi) sehingga menimbulkan harmonisa. Untuk distorsi harmonisa yang dihasilkan akan berbeda tergantung pada penggunaan dan pengoperasian beban non linear pada unit AC. Pada penelitian ini, akan dilakukan pengukuran dan perbandingan nilai THDi dan THDv yang dihasilkan dari unit AC inverter dan non inverter. Dari hasil pengukuran dan perhitungan didapatkan pada AC sistem inverter memiliki nilai THDi terendah sebesar 44,14 % pada jam ke tujuh dan AC non inverter sebesar 12,99 % pada awal pemakaian. Sedangkan nilai THDi tertinggi pada AC sistem inverter sebesar 109,59 % pada jam ke 8 dan AC non inverter sebesar 22,76 % pada jam ke 8. Sehingga jika dilihat dari hasil pengukuran dan perhitungan yang didapat maka pada AC sistem inverter memiliki nilai THDi yang lebih tinggi dibandingkan dengan AC non inverter (split) dengan perbandingan diantara 66 % sampai 87 %.

Kata kunci: harmonisa, beban non linear, THDi, THDv, inverter

Abstract: AC (*Air Conditioner*) inverter system is a tool that functions to build an air conditioning system. Where the function is to reduce the use of electrical energy generated by non inverter (split) air conditioners. However, the use of AC is a non-linear load. Where a non-linear load can cause disturbance (distortion), causing harmonics. The resulting harmonic distortion will differ depending on the use and non-linear load on the AC unit. In this research, we will measure and compare the THDi and THDv values generated from inverter and non inverter AC units. From the measurement and calculation results, the inverter system AC has the lowest THD value of 44.14% at the seventh hour and non-inverter ACs of 12.99% at the beginning of use. While the highest THDi value in the inverter system AC is 109.59% at the 8th hour and the non-inverter AC is 22.76% at the 8th hour. So that when viewed from the measurement and calculation results obtained, the AC inverter system has a THDi value which is higher than non inverter (split) AC with a ratio of 66% to 87%.

Keywords: harmonics, non-linear load, THD, THDv, inverter

^{8,9}Dosen Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Tridianti Palembang

¹⁰ Alumni Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Tridianti Palembang

PENDAHULUAN

Latar belakang

Besarnya pemakaian energi listrik dari unit AC sering membuat konsumen mengeluh akan bertambahnya biaya yang harus dikeluarkan, dalam hal ini adalah AC non inverter (split). Untuk itu cara mengurangi besarnya biaya pemakaian energi listrik yaitu dengan mengganti unit yang pada prinsip kerjanya adalah lebih hemat energi listrik. Dimana untuk

unit pengganti tersebut adalah yang menerapkan sistem inverter.

Akan tetapi semakin pesatnya perkembangan teknologi yang diterapkan pada AC maka akan semakin mempengaruhi penurunan kualitas daya listrik. Rendahnya kualitas daya listrik disebabkan karena adanya pemakaian beban non linear yang merupakan penyebab timbulnya distorsi harmonisa. Kadar distorsi harmonisa yang tinggi sangat tidak diinginkan dikarenakan dapat menimbulkan efek tersendiri baik pada

jaringan listrik maupun pada motor listrik yang dipakai.

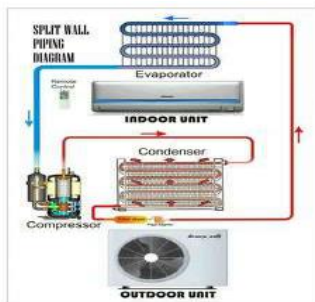
Tujuan penelitian

Menganalisis kandungan distorsi harmonisa yang dihasilkan AC sistem inverter sebagai AC hemat enegi listrik terhadap AC non inverter. Mengukur besaran distorsi harmonisa yang ditimbulkan.

TINJAUAN PUSTAKA

Air Conditioner

Ac (Air Conditioner) merupakan perangkat listrik yang digunakan untuk mengkondisikan suhu didalam suatu ruangan. Prinsip kerja dari AC yaitu dengan menyerap panas dari udara didalam ruangan melalui indoor unit, kemudian melepaskan panas tersebut ke luar ruangan melalui outdoor unit. Dengan demikian, temperatur udara didalam ruangan akan berangsur-angsur turun sehingga dapat menghasilkan temperatur udara yang diinginkan. Udara didalam ruangan yang terserap disirkulasikan secara terus menerus oleh blower indoor melewati sirip-sirip evaporator. Saat melewati evaporator, udara yang bertemperatur lebih tinggi dari evaporator diserap panasnya oleh bahan pendingin (*refrigeran*), kemudian dilepaskan diluar ruangan ketika aliran refrigeran melewati kondensor.



Gambar 1 sistem sirkulasi air conditioner

Komponen yang terdapat pada Air Conditioner

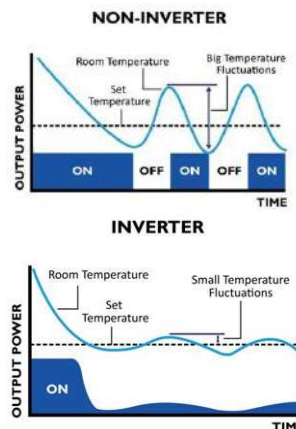
- 1) Blower Indoor, Blower (kipas unit indoor) merupakan salah satu komponen pada split type air conditioner.
- 2) vaporator, Fungsi evaporator adalah menyerap dan mengalirkan panas dari udara ke refrigerant. Akibatnya, wujud cair

refrigerant setelah melewati pipa kapiler akan berubah menjadi wujud gas.

- 3) Thermistor, merupakan suatu komponen dalam AC yang mampu mendeteksi adanya perubahan pada suhu ruangan.
- 4) *Motor Fan Indoor*, *Motor Fan Indoor* AC adalah sebuah Motor AC / DC yang berfungsi menggerakkan blower.
- 5) Modul indoor, berfungsi untuk mengendalikan unit pengkondisian udara melalui unit indoor
- 6) Modul outdoor, berfungsi untuk mengendalikan kinerja motor kompresor dan motor blower outdoor.
- 7) Motor blower outdoor, Adalah sebuah motor listrik AC / DC yang berfungsi sebagai alat untuk mensirkulasi udara disekitar outdoor
- 8) Kompresor merupakan alat yang berfungsi sebagai sarana untuk mensirkulasi Gas freon dari unit indoor AC ke unit outdoor AC.
- 9) Kondensor Berfungsi sebagai alat penukar kalor, menurunkan temperatur refrigerant, dan mengubah wujud refrigerant dari bentuk gas menjadi cair.

Penggunaan Air Conditioner

Untuk penggunaan Air Conditioner yang umum adalah jenis non inverter (split). Hal ini dikarenakan harga dari AC split yang lebih terjangkau dibandingkan dari yang jenis inverter. Akan tetapi dibalik keuntungan yang dimiliki. Air Conditioner non inverter memiliki kekurangan diantaranya adalah tingkat konsumtif energi listrik yang boros. Hal ini dikarenakan siklus on-off yang diterapkan pada AC split.

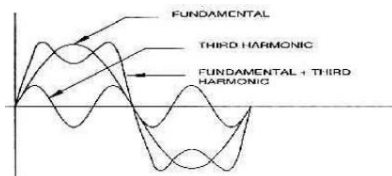


Gambar 2 Perbandingan AC inverter dan noninverter

tegangannya. Pada saat pengaturan kecepatan motor tinggi, nilai THDi justru akan menurun hal ini dikarenakan nilai reaktansi induktif akan berbanding terbalik pada besaran frekuensi yang dihasilkan atau reaktansi induktif akan kecil jika frekuensi yang suplay pada kumparan semakin besar sehingga arus pada orde harmonisa tertentu akan mengecil.

Harmonisa

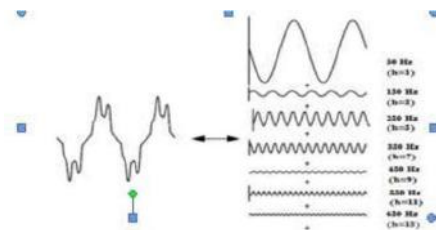
Harmonisa adalah gangguan yang dalam distribusi tenaga listrik disebabkan oleh adanya distorsi gelombang arus dan tegangan yang menyebabkan adanya pembentukan gelombang-gelombang yang tidak sinusoidal atau dengan frekuensi kelipatan bulat dari frekuensi fundamentalnya. Bentuk gelombang yang terdistorsi merupakan penjumlahan dari gelombang fundamental dan gelombang harmonisa (h1, h2 dan seterusnya).



Gambar 7 gelombang distorsi, gelombang fundamental, harmonisa ketiga [8]

Distorsi Harmonisa

Distorsi harmonisa merupakan setiap perubahan dalam bentuk sinyal yang tidak disengaja dan secara umum keberadaannya tidak diinginkan pada sistem.



Gambar 8 Penjumlahan Gelombang Harmonisa

Komponen Harmonisa

1) Individual Harmonic Distortion(IHD)

IHD adalah *ratio* antara nilai RMS dari harmonisa *individual* dan nilai RMS dari *fundamental*

$$IHD = \sqrt{\frac{I_n^2}{I_1}} \times 100\%$$

2) Total Harmonic Distorsi (THD).

THD adalah perbandingan nilai rms (*root mean square*) komponen harmonisa dari sebuah besaran (arus maupun tegangan) terhadap nilai rms besaran (arus atau tegangan) tersebut pada frekuensi dasarnya dan dikalkulasikan dalam persen.

$$THD = \sqrt{\frac{\sum_{n=2}^{\infty} X_n^2}{x_1}} \times 100\%$$

Batasan distorsi harmonisa

Tabel 1 Batasan untuk distorsi arus harmonisa

Maximum Harmonic Current Distortion (in % of fundamental)						
Isc /IL	Harmonic Order					Total
	h < 11	11 ≤h <17	17 ≤h< 23	23 ≤h<35	35 ≤h	Harmonic
	Individual Harmonic Distortion (IHD %)					Distortion (THD%)
< 20	4.0	2.0	1.5	0.6	0.3	5
20-50	7.0	3.5	2.5	1.0	0.5	8
50-100	10.0	4.5	4.0	1.5	0.7	12
100-1000	12.0	5.5	5.0	2.0	1.0	15
>1000	15.0	7.0	6.0	2.5	1.4	20

Sumber : Dugan Roger C. / McGranaghan Mark F / Santosa Surya / Beatty H. Wayne, *Electrical Power Systems Quality*, New York, 2002.

Arus beban penuh (IFL) dan arus hubung singkat (ISC) dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$I_{FL} = \frac{S}{V}$$

$$I_{SC} = \frac{S}{\%Z \cdot V}$$

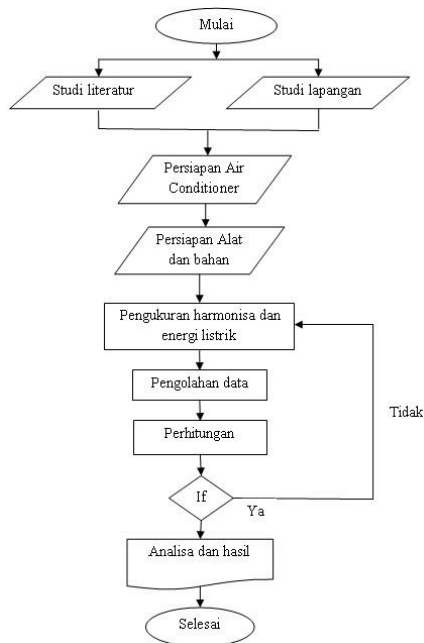
Tabel 2 Batasan distorsi untuk tegangan harmonisa [3]

Maximum Distortion (%)	System Voltage		
	V ≤ 69 kV	69 < V < 138 kV	V > 138 kV
Individual Harmonic	3.0	1.5	1.0
Total Harmonic	5.0	2.5	1.5

Sumber : Dugan Roger C. / McGranaghan Mark F / Santosa Surya / Beatty H. Wayne, *Electrical Power Systems Quality*, New York, 2002.

METODE PENELITIAN

Diagram alir penelitian



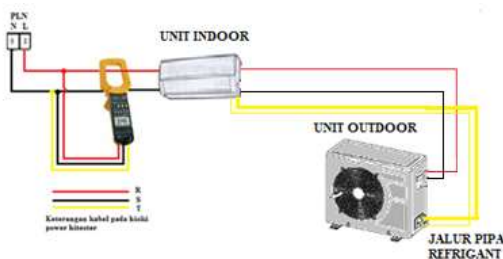
Gambar 9 Diagram alir penelitian

Metode dan lokasi pengoperasian unit Air Conditioner

Cara yang digunakan untuk melakukan penelitian yaitu dengan mengoperasikan unit Air Conditioner pada ruangan den ukuran panjang 3,5M. Lebar 2M. Dan tinggi 3M yang dilakukan di dua lokasi. Yaitu di ruangan pengujian AC di Jl.Talang Keramat dan di jalan Angkatan 45.

Pemasangan alat ukur.

Alat ukur yang digunakan adalah Hioki power hitester dan pemasangan dapat dilihat pada pengambaran sebagai berikut.



Gambar 10 Pemasangan hioki power hitester

Pengukuran.

1)Distorsi harmonisa pada Air Conditioner sistem inverter.

Tabel 3 Jam pertama

Orde harmonisa	F (Hz)	Hasil pengukuran			
		THDi (%)	I Harmonik	THDv (%)	V Harmonik
1	50	43,8	2,96	2	230,9
3	150	43,8	1,15	2	2,1
5	250	43,8	0,64	2	2,2
7	350	43,8	0,33	2	1,8
9	450	44,2	0,24	2	1,2
11	550	44	0,17	2	0,8
13	650	43	0,03	2	0,2
15	750	43,8	0,07	1,5	0,5
17	850	44,8	0,06	1,5	0,6
19	950	44,8	0,08	2	0,4

Tabel 4 Jam kedua

Orde harmonisa	F (Hz)	Hasil pengukuran			
		THDi (%)	I Harmonik	THDv (%)	V Harmonik
1	50	61,4	1,81	2,4	228,6
3	150	64,5	1,55	2,4	3,5
5	250	58,8	0,81	2,4	3,1
7	350	57,5	0,27	2,8	2,5
9	450	64,2	0,11	2,8	0,9
11	550	57,8	0,31	2,4	0,8
13	650	60,4	0,21	2,4	1,1
15	750	60,4	0,22	2,4	1,1
17	850	67,4	0,08	2,4	0,1
19	950	59,2	0,14	2,5	0,4

2) Distorsi harmonisa Air Conditioner non inverter

Tabel 5 jam pertama

Orde harmonisa	F (Hz)	Hasil pengukuran			
		THDi (%)	I Harmonik	THDv (%)	V Harmonik
1	50	19,8	3,34	2	228
3	150	20,2	0,19	2,2	0,1
5	250	20,2	0,29	2	2,3
7	350	20,2	0,23	2,2	2,1
9	450	20,2	0,03	2,2	0,6
11	550	20,2	0,07	2	1,5
13	650	20,2	0,06	2,2	1,4
15	750	20,2	0,02	2,2	0,7
17	850	20,2	0,04	2,2	1,6
19	950	20,2	0,06	2,2	2,3

Tabel 6 jam kedua

Orde harmonisa	Frekuensi	Hasil pengukuran			
		TH Di (%)	I Harmonik	THD v (%)	V Harmonik
1	50	21,8	3,37	2	229
3	150	21,5	0,15	2	0,4
5	250	21,5	0,34	2	2,2
7	350	21,5	0,23	2	2,1
9	450	21,5	0,04	2	0,5
11	550	21,5	0,06	2	1,6
13	650	21,5	0,08	2	1,6
15	750	21,5	0,04	2,3	0,7
17	850	21,5	0,05	2,3	1,5
19	950	22	0,06	2	2,4

IV HASIL DAN ANALISA

Perhitungan

1) AC inverter.

THDi

$$\begin{aligned}
 &= \sqrt{\frac{1,15^2 + 0,64^2 + 0,33^2 + 0,24^2 + 0,17^2 + 0,03^2 + 0,07^2 + 0,06^2 + 0,08^2}{2,96}} \times 100\% \\
 &= \sqrt{\frac{1,9433}{2,96}} \times 100\% \\
 &= 47,09\%
 \end{aligned}$$

THDv

$$\begin{aligned}
 &= \sqrt{\frac{2,1^2 + 2,2^2 + 1,8^2 + 1,2^2 + 0,8^2 + 0,2^2 + 0,5^2 + 0,6^2 + 0,4^2}{230,9}} \times 100\% \\
 &= \sqrt{\frac{15,38}{230,9}} \times 100\% \\
 &= 1,69\%
 \end{aligned}$$

2) AC non inverter.

THDi

$$\begin{aligned}
 &= \sqrt{\frac{0,19^2 + 0,29^2 + 0,23^2 + 0,03^2 + 0,07^2 + 0,06^2 + 0,02^2 + 0,04^2 + 0,06^2}{3,34}} \times 100\% \\
 &= \sqrt{\frac{0,0361 + 0,0841 + 0,0529 + 0,0009 + 0,0049 + 0,0036 + 0,0004 + 0,0016}{3,34}} \times 100\% \\
 &= \sqrt{\frac{0,1881}{3,34}} \times 100\% \\
 &= 12,98\%
 \end{aligned}$$

THDv

$$\begin{aligned}
 &= \sqrt{\frac{0,1^2 + 2,3^2 + 2,1^2 + 0,6^2 + 1,5^2 + 1,4^2 + 0,7^2 + 1,6^2 + 2,5^2}{228}} \times 100\% \\
 &= \sqrt{\frac{22,62}{228}} \times 100\% \\
 &= 2,08\%
 \end{aligned}$$

Tabel perhitungan THDi dan THDv beserta kWh dan temperatur

Tabel 7 AC sistem inverter

Jam	Temperatur	kWh	THDi (%)	THDv (%)
1	23,1	0,798	47,09	1,69
2	17,3	1,317	101,8	2,4
3	20,1	2,016	51,7	2,1
4	20,6	2,913	55,2	2,22
5	19,9	3,473	80,8	2,5
6	23,3	3,946	54,4	2
7	20,1	4,792	44,14	2,24
8	22,1	5,361	109,59	2,35

Tabel 8 AC non inverter

Jam	Temperatur	kWh	THDi (%)	THDv (%)
1	20,8	0,765	12,98	2,08
2	19,8	1,518	13,6	2,1
3	20,2	2,329	16,39	2,12
4	22,3	3,136	14,18	2,19
5	21,4	3,931	15,34	2,18
6	21,6	4,704	13,77	2,17
7	19,5	5,445	14,99	2,14
8	21,8	6,038	22,76	2,19

Kurva data hasil perhitungan

1) Kurva perbandingan THDi



Gambar 11 Grafik perbandingan THDi

2) Kurva perbandingan pemakaian energi listrik (kWh).



Gambar 12 Grafik pemakaian energi listrik

SIMPULAN

1. Pada AC sistem inverter didapatkan nilai THDi pada AC inverter lebih tinggi dari AC non inverter dengan perbandingan diantara 66 % sampai 87 % dari nilai THDi pada AC non inverter. Hal ini disebabkan karena

adanya perbedaan pengoperasian pada kedua sistem AC tersebut.

2. Dari hasil pengukuran yang dilakukan didapatkan besaran THDi terendah pada AC sistem inverter yaitu 44,14 % pada jam ke tujuh dan AC non inverter sebesar 12,99 % pada awal pemakaian. Sedangkan nilai THDi tertinggi pada AC sistem inverter adalah sebesar 109,59 % pada jam ke 8 dan AC non inverter sebesar 22,76 % pada jam ke 8. Jika dilihat dari standar IEEE maka besaran THDi melebihi standar yaitu 5% baik pada kedua sistem AC dan pada waktu pemakaian selama 8 jam.
3. Dan untuk nilai THDv yaitu terendah pada AC sistem inverter adalah 1,69 % pada jam pertama dan AC non inverter sebesar 2,08% pada jam pertama. Sedangkan nilai THDv tertinggi pada AC sistem inverter adalah sebesar 2,4% pada jam ke dan AC non inverter sebesar 2,19% pada jam ke 4 dan 8. Nilai THDv tersebut masih memenuhi standar yang ditetapkan oleh IEEE yaitu 5% untuk tegangan dibawah 69 kV.

Saran

Untuk meningkatkan efesiensi dari pemakaian Air Conditioner Sistem inverter yaitu selain pengoperasian yang hemat energi, diperlukan suatu filter pasif harmonisa yang berguna untuk mengurangi kadar distorsi harmonisa

DAFTAR PUSTAKA

- Assafat luqman, 2009.” *Kolerasi antara medan magnet dengan tingkat distorsi harmonisa pada motor induksi tiga fasa*. Jurnal. Universitas Muhammadiyah Semarang
- Dharmawan Abe, 2009.” *Pengendalian Motor Brushless DC dengan metode PWM sinusoidal menggunakan Atmega 16*. Skripsi. Universitas Indonesia
- Dugan Roger C. / McGranaghan Mark F / Santosa Surya / Beaty H. Wayne, *Electrical Power Systems Quality*, New York, 2002.
- Electric Mitsubhisi, PS21964-T/-AT/-CT-TW Datasheet, Mitsubhisi Electronics, America, 2007

I Dewa Gede Bayu Satya Nugraha¹, Cok Gede Indra Partha², dan I Wayan Arta Wijaya³.” Analisis Pengaruh Distorsi Harmonisa Pada Pemasangan Grid TIE Inverter Dengan Menggunakan Simulink MATLAB. Jurnal ELTEK 2017

Meirani, 2015.”Analisa kualitas daya akibat pengaruh beban non linear pada PT. Bank Panin, Tbk Palembang. Palembang.Skripsi Universitas Tridianti

Saputra M.Ichsan, 2018.” Analisa pangaruh variasi nilai kapasitor terhadap perubahan harmonisa pada motor induksi 1 fasa. Palembang. Skripsi Universitas Sriwijaya.

Suprianto Tris, 2016.” Analisa pengaruh harmonisa terhadap peningkatan temperatur pada transformator distribusi di gardu induk Borang Palembang. Palembang. Skripsi Universitas Tridianti